

PUBLICATION NUMBER : 2001100821  
PUBLICATION DATE : 13-04-01

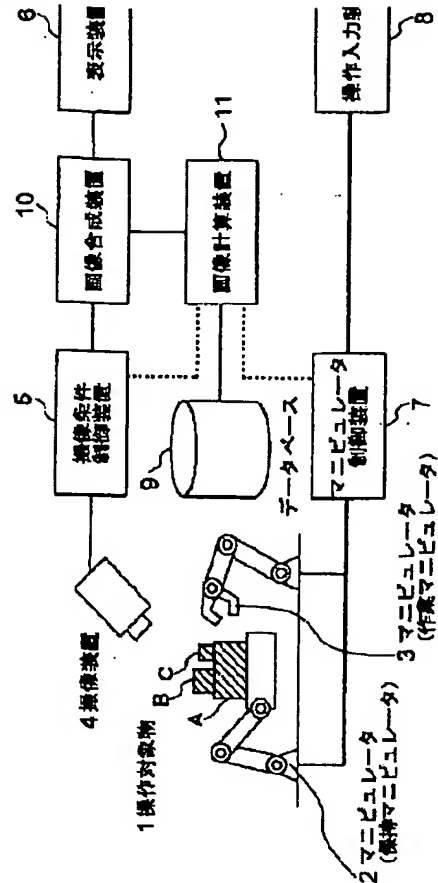
APPLICATION DATE : 30-09-99  
APPLICATION NUMBER : 11277847

APPLICANT : JAPAN SCIENCE & TECHNOLOGY  
CORP;

INVENTOR : SATO TOMOMASA;

INT.CL. : G05B 19/19 B25J 13/08

TITLE : METHOD AND DEVICE FOR  
CONTROLLING MANIPULATOR



**ABSTRACT :** PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a manipulator control method capable of efficiently assembling or arranging an object with high accuracy, when performing work which cannot be directly manually executed, such as manipulation of a fine object under a microscope while using a manipulator.

**SOLUTION:** Concerning the manipulator control method for moving or working a manipulation object, it is calculated how the image of the manipulation object in an ideal state after manipulating work is picked up by an image-pickup device based on a data base recording the state of the manipulation object and the ideal state after the manipulating work, the image picked up with the image-pickup device and an image based on the same calculation are displayed while being overlapped on the same picture, and the manipulator is controlled so as to match the real image and the calculated image.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テ-マ-ト\* (参考)

G 0 5 B 19/19

G 0 5 B 19/19

H 3 F 0 5 9

B 2 5 J 13/08

B 2 5 J 13/08

A 5 H 2 6 9

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願平11-277847

(22) 出願日

平成11年9月30日 (1999.9.30)

(71) 出願人 396020800

科学技術振興事業団

埼玉県川口市本町4丁目1番8号

(72) 発明者 宮崎 英樹

茨城県つくば市並木4-1-420-505

(72) 発明者 佐藤 知正

千葉県我孫子市つくし野2-16-7

(74) 代理人 100099265

弁理士 長瀬 成城

Fターム(参考) 3F059 AA03 AA17 BC01 DB01 FC01

5H269 AB22 AB33 BB03 CC13 JJ09

NN18 QC01 QC02 QE02 QE10

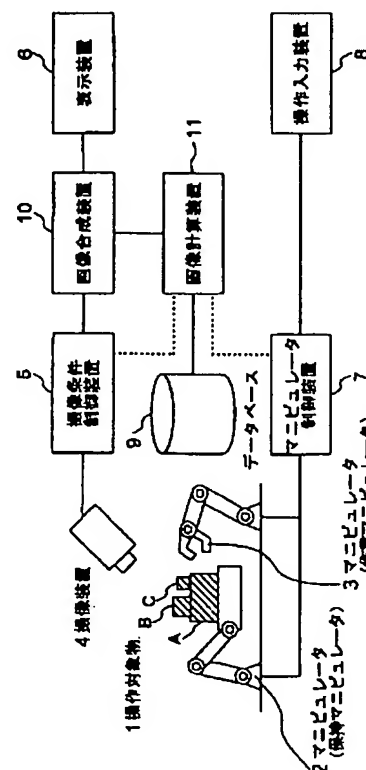
QE22

(54) 【発明の名称】 マニピュレータ制御方法および装置

(57) 【要約】

【課題】顕微鏡下での微小物体の操作等人の手では直接行えない作業をマニピュレータを用いて行う場合に、高い精度で効率的に対象物を組立たり配列できるマニピュレータ制御方法を提供する。

【解決手段】 操作対象物の移動や加工を行うマニピュレータ制御方法において、操作対象物の状態及び操作作業後の理想状態を記録したデータベースに基づいて操作作業後の理想状態の操作対象物が撮像装置にどのように撮像されるかを計算し、撮像装置で撮像された実画像と前記計算による画像を同一画面上に重ね合わせて表示し、前記表示装置に表示された、前記実画像と前記計算画像とを一致させるようにマニピュレータを制御することを特徴とするマニピュレータ制御方法。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】操作対象物の移動や加工を行うマニピュレータ制御方法において、操作対象物の状態及び操作作業後の理想状態を記録したデータベースに基づいて操作作業後の理想状態の操作対象物が撮像装置にどのように撮像されるかを計算し、撮像装置で撮像された実画像と前記計算による画像を同一画面上に重ね合わせて表示し、前記表示装置に表示された、前記実画像と前記計算画像とを一致させるようにマニピュレータを制御することを特徴とするマニピュレータ制御方法。

【請求項2】操作者が撮像条件及びマニピュレータ操作入力、ないしはその何れかを変更した際に自動的に重畳表示される計算画像を適切に更新することが出来るようにしたことを特徴とする請求項1に記載のマニピュレータ制御方法。

【請求項3】重ね合わせて表示した実画像と計算画像とが正確に一致するように、画像計算装置に撮像条件及び撮像条件の特性に関する補正值、乃至はその何れかを入力することができ、また、データベースに記録できるようにしたことを特徴とする請求項1または請求項2に記載のマニピュレータ制御方法。

【請求項4】操作入力装置と、マニピュレータと、マニピュレータ制御装置と、操作入力装置と、撮像装置と、撮像条件制御装置と、表示装置とを備えているマニピュレータ制御装置において、操作対象物の状態及び操作作業後の理想状態を記録したデータベースに基づいて操作作業後の理想状態の操作対象物が撮像装置にどのように撮像されるかを計算する画像計算装置と、撮像装置で撮像された実画像と前記計算による画像を同一画面上に重ね合わせて表示装置に表示するための画像合成装置とを備えてなることを特徴とするマニピュレータ制御装置。

【請求項5】操作作業状態を監視する撮像装置を制御する撮像条件制御装置と前記画像計算装置との間、および、操作対象物の移動や加工を行うマニピュレータ制御装置と前記画像計算装置との間で情報がやり取りできるように接続し、操作者が撮像条件及びマニピュレータ操作入力、乃至はその何れかを変更した際に自動的に重畳表示される計算画像を適切に更新することが出来るようにしたことを特徴とする請求項4に記載のマニピュレータ制御装置。

【請求項6】重ね合わせて表示した実画像と計算画像とが正確に一致するように、画像計算装置に撮像条件及び撮像条件の特性に関する補正值、乃至はその何れかを入力することができ、また、データベースに記録できることを特徴とする請求項4または請求項5に記載のマニピュレータ制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、遠隔地や人の入り込めない危険地域、人の手では直接行えない微小物体の操作や巨大物体の操作を行うための、マニピュレータの操作技術に関するものであり、さらに詳細には顕微鏡下での微小物体の操作等人の手では直接行えない作業をマニピュレータを用いて行う場合に、高い精度で効率的に対象物を組立たり配列できるマニピュレータ制御方法および装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来のマニピュレーションシステムは図11に示すように、一般に保持マニピュレータ2、作業マニピュレータ3、マニピュレータ制御装置7、操作入力装置8、撮像装置4、撮像条件制御装置5、表示装置6から構成されており、操作者は表示装置6を監視しながら目測で操作入力装置8に入力を加え、操作対象物1に対して作業を進めるのが一般的であった。このようなシステムで高精度な部品の組立や配列、配置を行う場合、通常はあらかじめはめ合い部などが部品に作り込まれており、必要精度に比べて粗い操作でも必要な精度で位置決めできるようにしている。

【0003】しかしながら、そのような工夫をしていない部品や、はめ合い部などの作り込みが加工技術上困難な微小部品を組み立てたり配列したりした場合には、少し進める度に作業を中断し、別途三次元計測手法を用いて形状を確認し、その結果に応じて修正することを繰り返しながら作業を進める必要があり、効率良く作業を進めることが困難であった。また、操作者を支援するために対象物やマニピュレータの幾何形状を表示装置に重畳表示するシステムもこれまでに提案されているが、それは、操作者が実際の作業現場から遠く離れているために時間遅れが生じることを克服するために、実画像と予めシミュレーションしておいた操作信号の不整合がないか監視するための、チェックのためのものでしかなかった。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、高精度位置決めのための加工がなされていない部品をマニピュレータで組み立てたり配列したりする場合にも、簡潔なシステムで、形状計測のために作業を中断することなく、高精度に目的通りの結果が得られることを実現しようとするものである。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】このため、本発明が採用した技術解決手段は、操作対象物の移動や加工を行うマニピュレータ制御方法において、操作対象物の状態及び操作作業後の理想状態を記録したデータベースに基づいて操作作業後の理想状態の操作対象物が撮像装置にどのように撮像されるかを計算し、撮像装置で撮像された実画像と前記計算による画像を同一画面上に重ね合わせて表示し、前記表示装置に表示された、前記実画像と前記

計算画像とを一致させるようにマニピュレータを制御することを特徴とするマニピュレータ制御方法であり、操作者が撮像条件及びマニピュレータ操作入力、ないしはその何れかを変更した際に自動的に重畳表示される計算画像を適切に更新することが出来るようにしたことを特徴とするマニピュレータ制御方法であり、重ね合わせて表示した実画像と計算画像とが正確に一致するように、画像計算装置に撮像条件及び撮像条件の特性に関する補正值、乃至はその何れかを入力することができ、また、データベースに記録できるようにしたことを特徴とするマニピュレータ制御方法であり、操作入力装置と、マニピュレータと、マニピュレータ制御装置と、操作入力装置と、撮像装置と、撮像条件制御装置と、表示装置とを備えているマニピュレータ制御装置において、操作対象物の状態及び操作作業後の理想状態を記録したデータベースに基づいて操作作業後の理想状態の操作対象物が撮像装置にどのように撮像されるかを計算する画像計算装置と、撮像装置で撮像された実画像と前記計算による画像を同一画面上に重ね合わせて表示装置に表示するための画像合成装置とを備えてなることを特徴とするマニピュレータ制御装置であり、操作作業状態を監視する撮像装置を制御する撮像条件制御装置と前記画像計算装置との間、および、操作対象物の移動や加工を行うマニピュレータ制御装置と前記画像計算装置との間で情報がやり取りできるように接続し、操作者が撮像条件及びマニピュレータ操作入力、乃至はその何れかを変更した際に自動的に重畳表示される計算画像を適切に更新することが出来るようにしたことを特徴とするマニピュレータ制御装置であり、重ね合わせて表示した実画像と計算画像とが正確に一致するように、画像計算装置に撮像条件及び撮像条件の特性に関する補正值、乃至はその何れかを入力することができ、また、データベースに記録できることを特徴とするマニピュレータ制御装置である。本発明は、上記のように従来のマニピュレーション装置に、操作対象物の形状や理想的な組立・配列後の結果を記録したデータベース、それに基づいて理想的な状態が撮像装置に映る画像を計算する画像計算装置、その計算画像を実画像と重ね合わせて表示するための画像合成装置を加えたことに特徴があり、操作者は画面に表示された理想的な組立・配列状態の画像に実際の画像が一致するように操作していけば、部品に予め精度を出すための工夫をしなくても、作業を中断することなく高精度に作業を効率良く進めることができる。

#### 【0006】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。図1は図11の従来のシステムの問題点を解決するために、従来システムに対して新たにデータベース9、画像計算装置11、画像合成装置10を装備させたものである。操作対象物1は保持マニピュレータ2によって保持されており、ま

た保持マニピュレータ2に隣接して作業マニピュレータ3が配置され、操作対象物の近傍には撮像装置4が配置され操作対象物1を撮影することが出来る構成となっている。また画像計算装置11はデータベース9と接続され、さらに必要に応じて撮像条件制御装置5、マニピュレータ制御装置7に接続され（図1点線）、それぞれからの信号を採り入れ画像合成装置10に計算結果を出力できるようになっている。

【0007】上記マニピュレータ制御装置を使用した具体的な作業として、図2に示す直方体状の部品A、B、Cを図3に示すようにAの上にBとCが設計された位置関係になるように配置する作業を考える。図2において操作者は、この作業を表示装置上の画像を監視しながら操作入力装置8（ジョイスティック、マスターアーム、ティーチングボックス、キーボードなど）を操作することによって行う。ここではマニピュレータは2本腕構成とし、部品は保持マニピュレータ2により支えられており、その上で作業マニピュレータ3により作業を進める。保持マニピュレータ2は撮像装置4に対して監視しやすいように対象物を位置決めする役割を果たす。又、撮像条件制御装置5では、操作者の入力により撮像装置4のズーム比（撮像装置が顕微鏡の場合は倍率）を変えることが出来る。例えば、作業前の各部品の様子は表示装置には図2のように表示される。

【0008】図3は部品A、B、Cを組み立てた最終状態を示した設計図（CADデータ）である。操作者は図2のような画面を監視しながら、図3の状態になるように組み立て作業を行わなければならない。図3の幾何形状データはデータベース9に記録してある。図4はマニピュレータ2、3と撮像装置4の位置関係や撮像装置4のズーム比（倍率）に応じて図3のデータに基づいて画像計算装置11で求めた、部品の最終状態を撮像装置4で観察したときの画像の輪郭を仮想的に計算した結果である。図2の実画像が図4の輪郭に一致するように作業を進めれば良い。図5は画像合成装置で作業中の実画像と計算画像を重畳表示したものである。図4の表示の方法は、輪郭を隠線処理して示す他、隠線処理せずに示したり、位置あわせの基準のための補助線を記入したものを示すなど、作業の局面に応じて適切なものは異なる。従って、操作者からの画像計算装置への入力に応じて、適切なタイプの画像が表示できる様にしておく。

【0009】作業を進める過程では、例えば部品AへのBの配置の最終位置あわせの際など、保持マニピュレータ2を適切に操作し、また、撮像装置4のズーム比（倍率）を高くして図6に示すように角の部分を詳細に観察する必要がある。その場合には、操作者が画像計算装置11にズーム情報やマニピュレータ操作情報を入力し、計算画像も更新する。こうすることにより、撮像装置の分解能、最大ズーム比、表示装置の分解能、マニピュレータの分解能で決まる精度で正確な位置あわせが出来

る。

【0010】さらに、撮像条件制御装置5と画像計算装置11との間、および、マンビュレータ制御装置7と画像計算装置11との間で情報がやり取りできるように接続しておけば（図1破線）、操作者が撮像条件やマンビュレータ操縦入力を変更した際に、自動的に計算画像を適切に更新することができる。この場合、操作者が表示装置を見ながら操作入力装置、撮像条件制御装置を操作するだけで計算画像も追従して変化するので、図11の従来システムで作業を行っていた時と同様に進めるだけで高精度な作業を遂行することができる。

【0011】また、通常は撮像装置には画像歪みやズーム比の誤差、マンビュレータとの位置関係の誤差があるため、実画像（図2）はこれらの影響を受けたものが表示されている。したがってデータベースには操作対象物の幾何形状データだけでなく、公称ズーム比と校正された実際のズーム比の対応関係や、各ズーム比における画像歪み係数など、撮像装置に関するデータも記録しておき、画像の各種の誤差要因を考慮して計算画像（図4）を求める必要がある。

【0012】しかし、通常は撮像装置の詳細な誤差要因は事前にはわかっていない場合が多い。実画像と計算画像とが一致するように作業をしながら、どのように配置しても両者が一致しない場合には、撮像装置の誤差データが正しくないことを意味する。そこで、画像計算装置11に誤差データを入力して、データベースの撮像装置4に関するデータを書き換えられるようにしておけば、作業を進めながら必要に応じて誤差データを精密化していくことができる。このシステムで作業をすればするほど、システムの学習効果が上がり、操作者は撮像装置の誤差のことは気にせずに、計算画像と実画像の一致を目指した作業に専念すればよいようになる。

【0013】以上に説明してきた動作を、図7以降の図を用いて、より具体的に説明する。図7に示す表は、データベース9に記載されている情報の内容を示す図である。内容は幾何形状データと画像補正データとに大別することができる。幾何形状データは、操作の結果として実現したい理想状態、即ち、個々の操作対象物1の形状と、それを目的通りに組み合わせた状態の相対的な位置関係に関するデータである。その表現の形式はCADの分野でいろいろ知られているが、図7にはもっとも簡単な方法として、最終的に組み合わされた構造物の輪郭を示す線分、あるいは球の3次元空間における座標を列挙する方法を示した。レイヤ番号とは計算画像の表示の仕方を指定する番号で、前もって、陰線処理をした画像や、陰線処理をしていない画像や、作業の基準となる補助線を書き込んだ画像など、作業の各段階で有効と思われる各種のレイヤ（例ではN枚）を用意しておき、その中から操作者が適宜選択する。要素番号はそのレイヤの画像を構成する要素の番号（i番目のレイヤはEi

個の要素からなる）、要素種別Cijはその要素が線分であるか球であるかを区別する記号、処理種別Hijは表示するときに陰線処理の計算を行うかどうかを区別する記号である。その後続くパラメータPijkは要素種別によって個数が異なる。線分の場合には両端の

(x、y、z)座標の値の6個、球の場合には中心の座標(x、y、z)と半径rの4個となる。このようなデータ列がすべてのレイヤのすべての要素について以下に列挙されている。

【0014】一方、画像補正データは、撮像装置とマンビュレータの設置誤差を補正するために必要な各座標軸回りの角度( $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ )、および、撮像装置の不完全性に起因する誤差を補正するために必要なパラメータである。後者は、ズーム比の補正係数Si、画像アスペクト比補正係数Ai、画像の歪み補正係数Di（例えば、画面の右端と左端とでズーム比が異なる場合の補正に必要な数値や、画面の奥行き方向が次第に小さく見えることを補正するために必要な数値）で、この例ではそれぞれのズーム比（例では全部でM段階ある）に対して値が異なり得るものとしている。

【0015】図8は、本発明にかかる画像計算装置の一実施例のブロック図である。その構成を動作とともに以下に説明する。中央制御部801は、データベース9の内容をデータ入出力部802を介して取込み、幾何形状データは幾何形状データ格納部806に、画像補正データは画像補正データ格納部810に格納する。操作入力部803は、画像を計算したり表示したりする上で必要な情報を入力するためのキーボードやテンキーなどで、操作者が作業の局面ごとに操作目的や作業性に応じて表示させたいレイヤを指定したり、計算画像の表示・非表示を指示するために用いる。また画像補正データの更新が必要と判断した際に新しい値を入力したり、撮像条件制御装置5に入力を加えて新しいズーム比に変更した際にその値を入力したり、マンビュレータ制御装置7に入力を加えて保持マンビュレータ2を移動させたときにもその移動量を入力する。一般にはまず入力したいデータの種類を、メニューに表示されたキーを押すことで選択し、続いて必要な数値を入力する。撮像条件データやマンビュレータ操作データは、それぞれ撮像条件制御装置5やマンビュレータ制御装置7から最新の情報を転送できれば、同じ情報を操作者が画像計算装置に対して入力し直す必要がなくなる。その場合には、操作入力部803はその情報を受け取る電気信号の入力部までも含むものとする。操作入力部803から入力されたデータは中央制御部801に送られ、レイヤなどの表示形式を指定するデータは表示形式指定データ格納部807に、ズーム比（倍率）などの撮像条件に関するデータは撮像条件データ格納部808に、保持マンビュレータ2の移動量などマンビュレータに関するデータはマンビュレータ操作データ格納部809に格納する。また画像補正データ

が入力された場合には、画像補正データ格納部810の内容を更新する。

【0016】画像計算部804は各格納部に納められているデータに基づいて、表示すべき理想状態の画像を計算する。具体的な計算内容は、変換マトリックス法を用いた画像の拡大・縮小、平行移動、回転などの3次元座標変換、および、透視変換や陰線処理など、3次元形状の2次元画像への投影である。幾何形状データ格納部806に記述されたデータの内、表示形式指定データ格納部807で指示されたレイヤのものを選びだし、撮像条件データ格納部8、マニピュレータ操作データ格納部809、画像補正データ格納部810のデータを参照することにより、その時のズーム比や撮像装置と保持マニピュレータの位置関係や撮像装置の持っている歪みを考慮した画像を計算する。具体的な計算の数式は、例えば、「吉川弘之編、コンピュータグラフィック論、日科技連出版社（1977）」などに紹介されている。計算された画像は画像出力部805を介して外部に受け渡される。例えば、画素ごとの輝度データのマトリックスであるデジタルの画像データをアナログのビデオ信号に変換して外部に出力する。最終的に得られた画像は、操作対象物1を理想的な状態に組み上げたものを仮想的に撮像装置4で撮像したときに得られる画像の輪郭を高輝度な線で表示されたものとなっている。以上の処理は専用の電気回路を製作してハードウェア的に実現しても良いし、汎用のコンピュータに画像出力ボードを接続してソフトウェア的に実現しても良い。

【0017】図9は本実施例において中央制御部801が行う動作を示すフローチャートである。まずデータベースのデータを読み込み（ステップ901）、予め定めておいた表示形式指定データ、撮像条件データ、マニピュレータ操作データの初期値を設定し（ステップ902）、とりあえずの表示画像を計算する（ステップ903）。操作入力部803から何らかの入力があったことを検出すると（ステップ904）、何を変更するための入力かを読み取り、それに応じたデータの受け付け（ステップ905～912）、表示画像を計算し直す（ステップ903）。終了を検出すると、画像補正データ格納部810に格納していたデータをデータベース9に保存し、終了する。この時、画像補正データ格納部810の内容は作業中に必要に応じて更新されているので、データベース9には、より高精度化された画像補正データが蓄積され、次回以降の作業に利用されることになる。なお、撮像条件データやマニピュレータ操作データを、それぞれ撮像条件制御装置5やマニピュレータ制御装置7から電気的に入力する場合には、キー入力の有無の検出（ステップ904）の部分で、操作入力部803の入力される電気信号データが更新されたかどうかを検出する。もしもデータの更新を検出した場合には、ステップ906やステップ907の部分では、操作者が入

力するデータの代わりに電気信号を読み取ればよい。

【0018】図10は本発明にかかる画像合成装置10の動作を説明するためのブロック図である。画像計算装置11で計算され、出力された画像データは、計算画像入力部1001を介して取込み、計算画像格納部1002に各画素ごとの輝度データのマトリックスとして保管する。一方、撮像装置4で得られた信号に基づいて撮像条件制御装置5から出力された実画像データは、撮像画像入力部1003を介して取込み、撮像画像格納部1004に各画素ごとの輝度データのマトリックスとして保管する。画像合成部1005では、計算画像格納部1002の各画素の輝度に基づいて、計算画像と実画像とを合成した画像を生成する。すなわち、計算画像格納部1002の画素にゼロでない輝度値の入っている場合にはその値を、輝度値がゼロの場合には撮像画像格納部の対応する画素の輝度値を、合成画像格納部1006の対応する画素に書き込んでゆく。その結果、実画像に計算画像が重畳表示された合成画像が得られる。このデータは合成画像出力部1007で表示装置6に受け渡すことのできる信号（一般にはアナログのビデオ信号）に変換して出力される。以上の処理は専用の電気回路を製作してハードウェア的に実現しても良いし、汎用のコンピュータに画像入出力ボードを接続してソフトウェア的に実現しても良い。後者の場合、図8と図10の機能は1台のコンピュータで実現することもできる。なお、これまでの実施例では、操作対象物1が保持マニピュレータ2で保持されることにより、撮像装置4からの操作対象物1の視線の向きを選べるようになっていた。その代わりに、操作対象物1は地面に置き、撮像装置4の方が向きを変えられるようなステージに設置されているものでも良い。

【0019】以上のシステムは、通常のビデオカメラの監視下で行う遠隔作業の他、光学顕微鏡や電子顕微鏡の監視下で行う微細作業、巨大な対象物を重機で操作する作業、あるいは遠隔手術による骨の金具による接合など、マニピュレーションシステム全般に適用できるものである。また、本発明はその精神また主要な特徴から逸脱することなく、他の色々な形で実施することができる。そのため前述の実施例は単なる例示に過ぎず、限定的に解釈してはならない。更に特許請求の範囲の均等範囲に属する変形や変更は全て本発明の範囲内のものである。

【0020】

【発明の効果】以上、詳細に説明したように、本発明によれば、以下のような効果を奏することができる。

（1）表示装置の画像を観察しながらマニピュレータを操作して行う対象物の組立や配列を、高い精度で効率的に実現することができる。

（2）操作者は画像計算装置に対して撮像装置やマニピュレータに関する情報を作業中に入力することなく、操

作に専念しながら、高精度、高効率な作業が実現できる。

(3) あらかじめ撮像装置の特性やマニピュレータとの位置関係に関する詳細な誤差情報を把握していなくても、作業を遂行しながら正しい誤差情報を蓄積していくことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例を示すマニピュレーション装置の構成図である。

【図2】表示装置に呈示される撮像装置で得られた画像の例を示す図である。

【図3】目標とする操作対象物の組立作業の完成状態を示す図である。

【図4】目標とする組立作業の完成状態を画像計算装置で求めた結果の図である。

【図5】実画像と計算画像を重畳表示した例を示す図である。

【図6】位置合わせのための拡大観察時の実画像と計算画像の例を示す図である。

【図7】データベース9に記載されている情報の内容を示す図である。

【図8】画像計算装置11の動作を説明するためのブロック図である。

【図9】図8の実施例の動作を説明するためのフローチャートである。

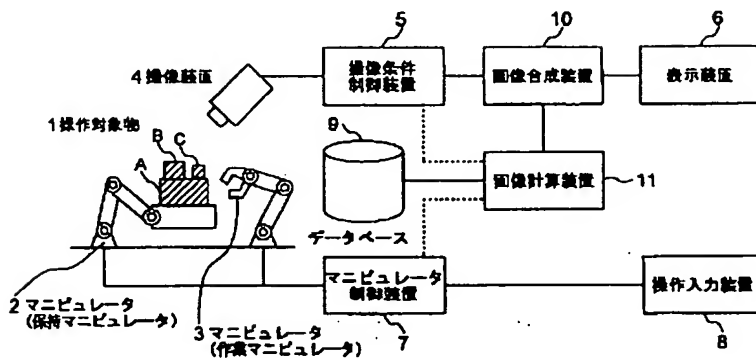
【図10】画像合成装置10の動作を説明するためのブロック図である。

【図11】従来の典型的なマニピュレーションシステムの構成図である。

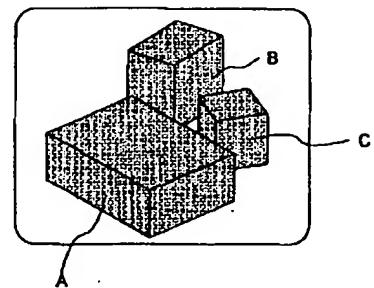
【符号の説明】

- 1 操作対象物
- 2 保持マニピュレータ
- 3 作業マニピュレータ
- 4 撮像装置
- 5 撮像条件制御装置
- 6 表示装置
- 7 マニピュレータ制御装置
- 8 操作入力装置
- 9 データベース
- 10 画像合成装置
- 11 画像計算装置

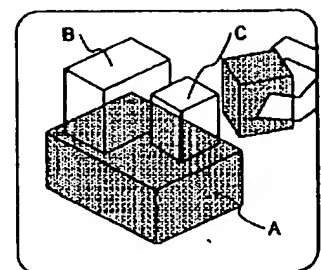
【図1】



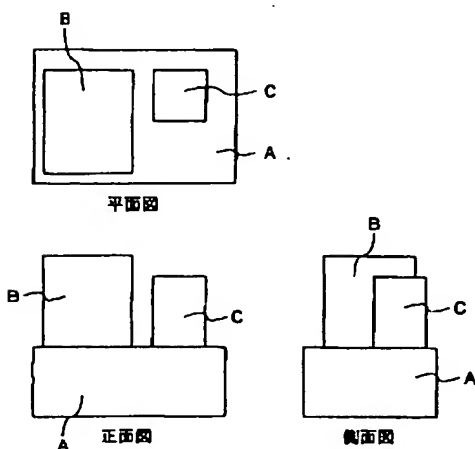
【図2】



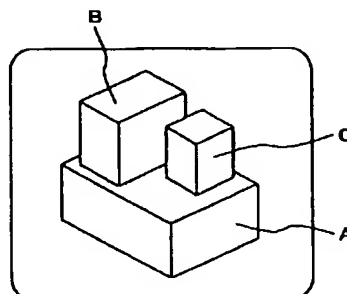
【図5】



【図3】

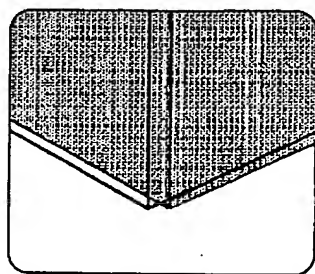


【図4】





【図6】



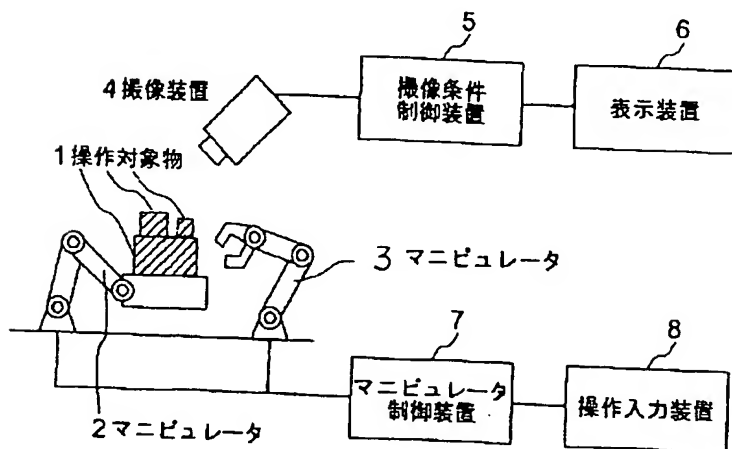
【図7】

レイヤ番号	要素番号	要素種別	処理種別	パラメータ 1	パラメータ 2	...
1	1	C11	H11	P111	P112	...
1	2	C12	H12	P121	P122	...
...	...	...	...	...	...	...
1	E1	C1E1	H1E1	P1E11	P1E12	...
2	1	C21	H21	P211	P212	...
2	2	C22	H22	P221	P222	...
...	...	...	...	...	...	...
N	1	CN1	HN1	PN11	PN12	...
N	2	CN2	HN2	PN21	PN22	...
...	...	...	...	...	...	...
N	EN	CNE <sub>N</sub>	HNE <sub>N</sub>	P1E <sub>N</sub> 1	P1E <sub>N</sub> 2	...

設置誤差角度 1	設置誤差角度 2	設置誤差角度 3
$\alpha$	$\beta$	$\gamma$

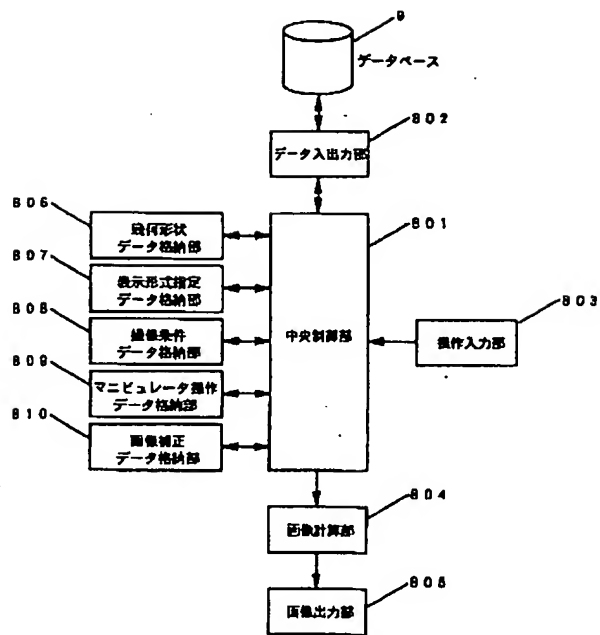
ズーム比	スケール補正係数	アスペクト補正係数	歪み補正係数
Z1	S1	A1	D1
Z2	S2	A2	D2
...	...	...	...
ZM	SM	AM	DM

【図11】





【図8】



【図9】

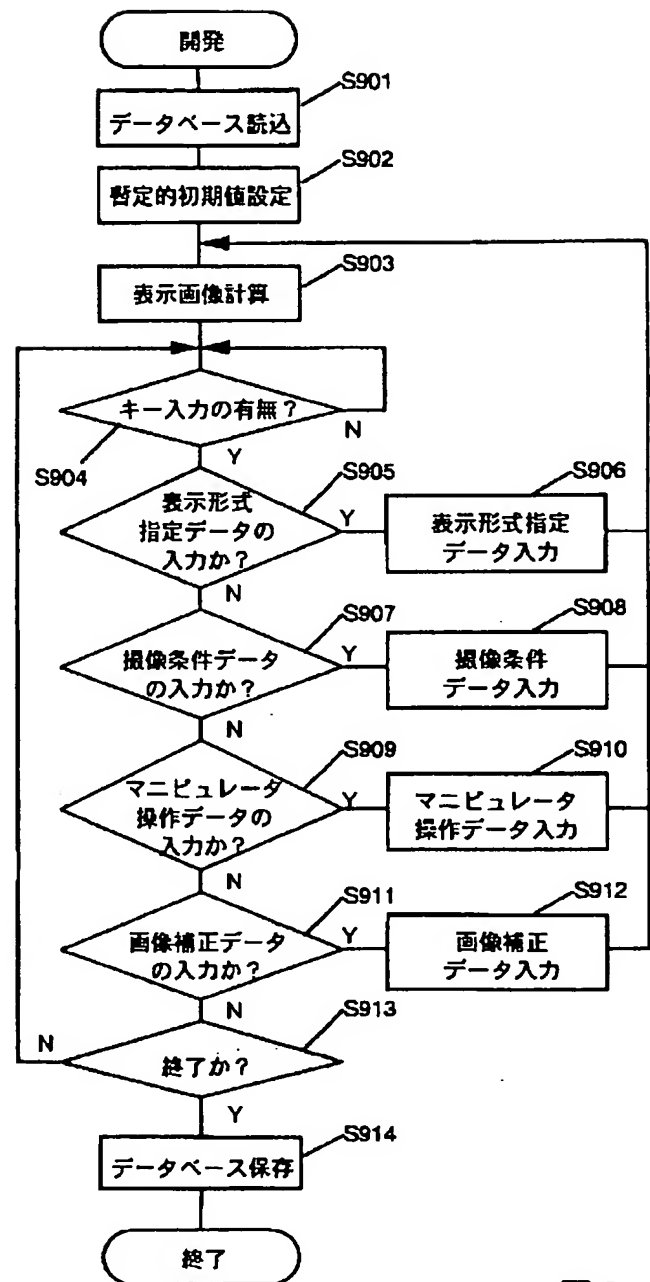


図 9

【図10】

